



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 11 191 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
F 16 K 23/00
G 05 D 16/06
// H01L 21/306

②1 Aktenzeichen: 198 11 191.6
②2 Anmeldetag: 14. 3. 98
④3 Offenlegungstag: 22. 10. 98

DE 198 11 191 A 1

③0 Unionspriorität:
9-92603 10. 04. 97 JP
⑦1 Anmelder:
SMC K.K., Tokio/Tokyo, JP
⑦4 Vertreter:
Keil und Kollegen, 60322 Frankfurt

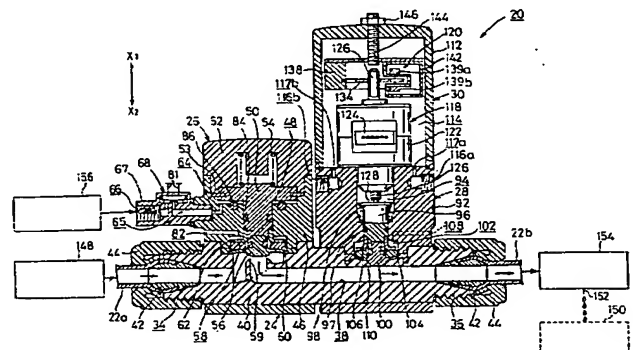
⑦2 Erfinder:
Tamura, Kazuya, Ibaraki, JP; Yamada, Hirosuke,
Ibaraki, JP; Fujiwara, Nobuhiro, Ibaraki, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Rücksaugventil

⑤7 Ein Rücksaugventil (20) weist ein Linearstellglied (118) auf, das ein zweites Diaphragma (100) über einen Stab (96) verschiebt, einen Encoder (120), der die Größe einer Verschiebung des Linearstellgliedes (118) feststellt, und eine Durchflußmengensteuerung (98) zur Steuerung eines Steuerdruckes, der einem ON/OFF-Ventilmechanismus (26) zugeführt wird.



DE 198 11 191 A 1

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Rücksaugventil, das in der Lage ist, ein Flüssigkeitstropfen eines Fluids an einer Zufuhröffnung zu verhindern, indem eine festgelegte Menge des durch einen Fluiddurchgang fließenden Fluids auf der Basis der Verschiebung eines Diaphragmas (Membran) angesaugt wird.

Es ist bisher ein Halbleiterwaferherstellungsprozeß bekannt, bei dem Rücksaugventile eingesetzt werden. Bei dem Rücksaugventil gibt es, wenn die Zufuhr von Beschichtungsflüssigkeit zu dem Halbleiterwafer gestoppt wird, die Funktion der Verhinderung eines sog. Flüssigkeitstropfens, bei dem geringe Mengen an Beschichtungsflüssigkeit aus einer Zufuhröffnung auf den Halbleiterwafer tropfen.

Das Rücksaugventil gemäß diesem Stand der Technik ist in Fig. 5 dargestellt und beispielsweise in der japanischen Gebrauchsmusterveröffentlichung Nr. 8-10399 beschrieben.

Ein solches Rücksaugventil 1 weist einen Hauptventilkörper 5 mit einem eine Fluideinlaßöffnung 2 und eine Fluidauslaßöffnung 3 verbindenden Fluiddurchgang 4 und eine Kappe 6 auf, die mit einem oberen Abschnitt des Hauptventilkörpers 5 verbunden ist. Ein Diaphragma 7, das aus einem dickwandigen Abschnitt und einem dünnwandigen Abschnitt besteht, ist in der Mitte des Fluiddurchgangs 4 angeordnet. Eine nicht dargestellte Fluidzufuhrquelle ist mit der Kappe 6 verbunden, wobei die Kappe außerdem eine Druckfluidzufuhröffnung 8 für die Zufuhr von unter Druck stehender Luft zur Betätigung eines Diaphragmas unter der Schaltwirkung eines Richtungskontrollventiles (nicht dargestellt) aufweist.

Ein Kolben 9 ist mit dem Diaphragma 7 verbunden, wobei eine V-Dichtung 10 an dem Kolben 9 entlang einer inneren Wandfläche des Hauptventilkörpers 5 gleitend angebracht ist und eine Dichtungsfunktion übernimmt. Außerdem ist eine Feder 11, die den Kolben normalerweise nach oben vorspannt, in dem Hauptventilkörper 5 angeordnet.

Eine Einstellschraube 12 ist auf der Kappe angeordnet, die gegen den Kolben 9 anliegt und durch Vergrößern bzw. Verringern einer Einschraubtiefe die Größe der Verschiebung des Kolbens 9 einstellt, wodurch die Menge der durch das Diaphragma 7 angesaugten Beschichtungsflüssigkeit eingestellt wird.

Eine Beschichtungsflüssigkeitszufuhrquelle 13, die eine Beschichtungsflüssigkeit aufnimmt, ist über ein Rohr 14 mit der Fluideinlaßöffnung 2 verbunden. Außerdem ist zwischen der Beschichtungsflüssigkeitszufuhrquelle 13 und der Fluideinlaßöffnung 2 ein ON/OFF-Ventil 15 angeschlossen, das als separater Körper getrennt von dem Rücksaugventil 1 aufgebaut ist. Das ON/OFF-Ventil übernimmt die Funktion des Umschaltens zwischen einem Zufuhrzustand und einem Zustand der Unterbrechung der Zufuhr von Beschichtungsflüssigkeit zu dem Rücksaugventil 1 auf der Basis von Betätigungs- und Abschaltwirkungen des ON/OFF-Ventiles 15.

Nachfolgend wird die Funktion des Rücksaugventiles 1 grob beschrieben. Im Normalzustand, in dem ein Fluid von der Fluideinlaßöffnung 2 zu der Fluidauslaßöffnung 3 gefördert wird, werden der Kolben 9 und das Diaphragma 7 entsprechend der Wirkung des von der Druckfluidzufuhröffnung 8 zugeführten unter Druck stehenden Fluids gemeinsam nach unten verschoben. Das Diaphragma 7, das mit dem Kolben 9 gekoppelt ist, steht, wie in Fig. 5 durch die gestrichelte Linie gezeigt ist, in den Fluiddurchgang 4 vor.

Wenn der Durchfluß von Fluid durch den Fluiddurchgang 4 gestoppt wird, werden der Kolben 9 und das Diaphragma 7 gemeinsam unter der Wirkung einer von dem Feder 11 ausgeübten elastischen Kraft angehoben, indem die Zufuhr von unter Druck stehendem Fluid von der Druckfluidzufuhröffnung

8 gestoppt wird. Eine festgelegte Menge an Fluid, die in dem Fluiddurchgang 4 verbleibt, wird unter der Wirkung des von dem Diaphragma 7 erzeugten Unterdruckes angesaugt. Dadurch wird ein Herabtropfen von Flüssigkeit, das anderenfalls an einer nicht dargestellten Fluidzufuhröffnung auftreten würde, verhindert.

In diesem Fall entspricht die Rücksaugmenge der Beschichtungsflüssigkeit der Verschiebung des Kolbens 9, wobei die Größe der Verschiebung des Kolbens 9 durch das Schraubelement 12 eingestellt wird.

Mit dem Rücksaugventil 1 gemäß dem Stand der Technik ist zur Einstellung der Durchflußmenge der von der Druckfluidzufuhröffnung 8 zugeführten Druckluft eine Geschwindigkeitssteuerung oder dergleichen Durchflußsteuerventil 17 über eine Leitung 16, beispielsweise ein Rohr, verbunden. Das Durchflußmengensteuerventil 17 stellt den Durchfluß des durchfließenden unter Druck stehenden Fluids ein, indem der Durchflußdurchgangsquerschnitt innerhalb des Ventiles geändert wird. Bei dem Rücksaugventil 1 gemäß dem Stand der Technik wird die Durchflußmenge der von der Druckfluidzufuhröffnung 8 zugeführten unter Druck stehenden Luft jedoch über mechanische Mittel gesteuert, beispielsweise das oben beschriebene Durchflußmengensteuerventil 17, so daß der Nachteil besteht, daß eine Feineinstellung der Durchflußmenge des von der Druckfluidzufuhröffnung zugeführten unter Druck stehenden Luft nicht erreicht werden kann.

Außerdem besteht bei dem Rücksaugventil gemäß dem Stand der Technik der Nachteil, daß die Menge an rückgesaugter Beschichtungsflüssigkeit nicht präzise gesteuert werden kann, da die Einstellung der Rücksaugmenge der Beschichtungsflüssigkeit manuell durch Vergrößern/Verringern einer Einschraubtiefe eines Schraubelements 12 durchgeführt wird. In diesem Fall muß die Einschraubtiefe des Schraubelements, die zuvor eingestellt wurde, jedes Mal entsprechend der gewünschten Beschichtungsflüssigkeits-rücksaugmenge rejustiert werden, was den Aufwand weiter erhöht.

Außerdem sind bei der Verwendung des herkömmlichen Rücksaugventiles 1 Rohrverbindungen zwischen dem Rücksaugventil 1 und dem Durchflußmengensteuerventil 17 sowie zwischen dem Rücksaugventil 1 und dem ON/OFF-Ventil 15 notwendig, was einen weiteren Nachteil darstellt. Zusätzlich ist ein bestimmter Raum notwendig, um das Durchflußmengensteuerventil 17 bzw. das ON/OFF-Ventil 15 außerhalb getrennt von dem Rücksaugventil 1 anzubringen, so daß sich der Installationsraum der Gesamtvorrichtung vergrößert.

Außerdem wird der Durchflußdurchgangswiderstand aufgrund der zusätzlichen Rohrleitungen, die zwischen dem Rücksaugventil 1 und dem Durchflußmengensteuerventil 17 angeschlossen sind, erhöht, was dazu führt, daß die Reaktionsgenauigkeit (Reaktionsgeschwindigkeit) des Diaphragmas 7 verschlechtert wird.

Schließlich muß eine Antriebsvorrichtung zum Umschalten des ON/OFF-Ventiles zwischen ON- und OFF-Zuständen separat vorgesehen sein, so daß zusätzlich zu einer weiteren Rohrverbindung zur Verbindung des ON/OFF-Ventiles 15 mit der Antriebsvorrichtung auch die Gesamtkosten der Vorrichtung erhöht werden.

Außerdem tritt in dem Fall, daß das Diaphragma unter Verwendung nicht dargestellter elektrischer Einrichtungen verschoben wird, die Befürchtung einer Änderung der Charakteristiken des innerhalb des Fluiddurchgangs fließenden Fluids aufgrund der von den elektrischen Einrichtungen erzeugten Wärme auf.

Es ist daher eine wesentliche Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine hochgenaue Steuerung eines Steuerruckes

zu erreichen, der dazu verwendet wird, ein flexibles Material (Diaphragma), das einem Fluiddurchgang gegenüberliegend angebracht ist, zu verschieben, und ein Rücksaugventil zu schaffen, das die Durchflußmenge eines durch das flexible Material angesaugten Fluids mit hoher Präzision steuern kann.

Es soll ferner ein Rücksaugventil geschaffen werden, das auch dann in der Lage ist, Änderungen oder Verschlechterungen der Qualität eines in einem Fluiddurchgang fließenden Fluids aufgrund einer durch elektrische Einrichtungen erzeugten Wärme zu verhindern, wenn das flexible Element (Diaphragma) durch die elektrischen Einrichtungen verschoben wird.

Ein weiteres Ziel der Erfindung ist die Schaffung eines Rücksaugventiles mit verbesserter Reaktionsgeschwindigkeit und -genauigkeit des oben beschriebenen flexiblen Materials (Diaphragma).

Ein weiteres Ziel der Erfindung ist die Schaffung eines Rücksaugventiles, bei dem Rohrverbindungen unnötig sind und dadurch der Installationsraum der Gesamtvorrichtung verringert wird.

Diese Aufgabe wird im wesentlichen mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Weitere Ziele, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels und der Zeichnung. Dabei bilden alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen oder deren Rückbeziehung.

Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Rücksaugventils gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 einen Schnitt durch eine Durchflußmengensteuereinrichtung, die einen Teil des Rücksaugventiles gemäß **Fig. 1** bildet,

Fig. 3 eine teilweise aufgebrochene perspektivische Ansicht eines Encoders, der einen Teil eines Rücksaugventiles gemäß **Fig. 1** bildet,

Fig. 4 eine Ansicht, die die Funktion des Rücksaugventiles gemäß **Fig. 1** erläutert, und

Fig. 5 einen Schnitt durch ein herkömmliches Rücksaugventil.

In **Fig. 1** bezeichnet das Bezugszeichen 20 das Rücksaugventil gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Rücksaugventil weist eine Kupplung (Fitting) 24 mit einem Paar von Rohren 22a, 22b, die daran an festgelegten Trennstellen lösbar angebracht sind, einen ON/OFF-Ventilmechanismus 26, der in einem oberen Teil in Längsrichtung der Kupplung 24 angeordnet ist, einen Rücksaugventilmechanismus 28, der an einem anderen oberen Abschnitt in Längsrichtung der Kupplung 24 angeordnet ist, und einen Antrieb 30 zum Antrieb des Rücksaugventilmechanismus 28 auf. Die Kupplung 24, das ON/OFF-Ventil 26, der Rücksaugventilmechanismus 28 und der Antrieb 30 sind, wie in **Fig. 1** dargestellt ist, einstückig zusammengesetzt.

Ein erster Anschluß 34 ist an einem Ende und ein zweiter Anschluß 36 ist an dem anderen Ende der Kupplung 24 vorgesehen, wobei der erste Anschluß 34 und der zweite Anschluß 36 jeweils mit einem Kopplungskörper 40, der einen der ersten und zweiten Anschlüsse 34 und 36 verbindenden Fluiddurchgang 38 aufweist, in Verbindung stehen und außerdem innere Elemente 42 aufweisen, die in Öffnungen der Rohre 22a, 22b eingesetzt sind, sowie Verriegelungsmuttern

44, die die luftdichte Verbindung der Rohre 22a, 22b aufrecht erhalten, indem sie auf Schraubengewinde an den Enden des Kopplungskörpers 40 aufgeschraubt sind.

Der ON/OFF-Ventilmechanismus 26 ist an einem oberen Abschnitt der Kupplung 24 in der Nähe des ersten Anschlusses 34 angeordnet, wobei der ON/OFF-Ventilmechanismus 26 einen ersten Ventilkörper 46, der einstückig mit dem Kopplungskörper 40 verbunden ist, einen Kolben 50, der innerhalb einer in dem ersten Ventilkörper 46 ausgebildeten Zylinderkammer 48 in Richtung der Pfeile X_1 und X_2 verschiebbar ist, und ein Abdeckelement 52 aufweist, das die Zylinderkammer 48 hermetisch abdichtet. Außerdem ist zwischen einem sich radial erstreckenden äußeren Umfangsabschnitt (Flansch) des Kolbens 50 und dem ersten Ventilkörper 46 ein flexibles ringförmiges Stützelement 53 angeordnet, das den Kolben 50 abstützt. In diesem Fall ist der Kolben 50 zur Verschiebung in Richtung des Pfeiles X_2 unter der Verformung des Stützelements 53 angeordnet.

Ein Federelement 54 ist zwischen dem Kolben 50 und dem Abdeckelement 52 angeordnet, wobei der Kolben 50 normalerweise durch die elastische Kraft des Federelements 54 nach unten vorgespannt wird (d. h. in Richtung des Pfeiles X_2).

Eine erste Diaphragmakammer 58 ist an einem unteren Ende des Kolbens 50 ausgebildet, wobei ein erstes Diaphragma (Membran) 56 mit einem unteren Ende des Kolbens 50 verbunden und so angeordnet ist, daß es gemeinsam mit dem Kolben 50 verschiebbar ist. In diesem Fall erfüllt das erste Diaphragma 56 die Funktion des Öffnens und Schließens des Fluiddurchgangs 38, durch Abheben von bzw. Aufsetzen auf einen Sitz 59, der in dem Ventilkörper 40 ausgebildet ist. Dementsprechend kann das Umschalten zwischen einem Zufuhrzustand und einem Zustand der Unterbrechung der Zufuhr von Fluid (beispielsweise Beschichtungsflüssigkeit), das durch den Fluiddurchgang 38 fließt, durch Öffnen und Schließen des ersten Diaphragmas 56 durchgeführt werden.

Außerdem ist ein ringförmiges Dämpfungselement 60, das einen dünnwandigen Abschnitt des Diaphragmas 56 abstützt, an einer oberen Fläche des ersten Diaphragmas 56 angeordnet, wobei das Dämpfungselement 60 durch ein im Querschnitt L-förmiges Stützelement abgestützt wird, das mit einem unteren Ende des Kolbens 50 verbunden ist.

Eine Durchflußmengensteuereinrichtung 58 für die Steuerung einer Durchflußmenge von der Zylinderkammer 48 zugeführtem unter Druck stehenden Fluid, ist an dem ON/OFF-Ventilmechanismus über ein Rohr 67 angebracht, welches einen Durchgang 65, der mit dem Steuerdurchgang 64 in Verbindung steht, und eine Druckfluidzufuhröffnung 66 aufweist, die mit dem Durchgang 65 in Verbindung steht.

Die Durchflußmengensteuereinrichtung 68 wird, wie in **Fig. 2** dargestellt ist, durch Übereinanderstapeln eines ersten Wafers (Scheibe) 69, der beispielsweise aus Pyrex-Glas besteht, eines zweiten Wafers 70, der an einer oberen Fläche des ersten Wafers 69 befestigt ist und beispielsweise aus einem Siliziumsubstrat besteht, und einem dritten Wafer 71, der an einer oberen Fläche des zweiten Wafers 70 befestigt ist und beispielsweise aus Pyrex-Glas besteht, gebildet.

Ein Paar von Einlaßöffnungen 72a, 72b sind zwischen dem ersten Wafer 69 und dem zweiten Wafer 70 in einem festgelegten Abstand ausgebildet. Hierbei ist eine der Einlaßöffnungen 72a dazu vorgesehen, mit der Druckfluidzufuhröffnung 66 in Verbindung zu treten, während die andere Einlaßöffnung 72b durch einen Blindstopfen verschlossen ist.

Eine Düse 74 mit einer darin ausgebildeten Düsenöffnung 73 ist zwischen dem Paar von Einlaßöffnungen 72a, 72b angeordnet, wobei die Düsenöffnung 73 dazu vorgesehen ist, mit

einer Auslaßöffnung 75 in Verbindung zu treten, die sich zum Boden des ersten Wafers hin öffnet. Zusätzlich steht die Auslaßöffnung 75 in Verbindung mit dem Durchgang 65.

Eine im Querschnitt trapezförmige Kammer 76 ist innerhalb des zweiten Wafers 70 ausgebildet, und ein in Reaktion auf eine aufgebrachte Wärmemenge expandierendes Fluid, beispielsweise eine Siliziumflüssigkeit, ist innerhalb der Kammer 76 eingeschlossen. Am Boden der Kammer 76 ist eine Membran 78 ausgebildet, wobei die Membran 78 von einem Ende der Düse 74 um einen festen Abstand beabstandet und so ausgebildet ist, daß sie sich unter der Expansion des Fluids 77 nach unten zu der Düse 74 biegt (s. die gestrichelten Linien in Fig. 2).

Ein gemusterter elektrischer Widerstandskörper 79 ist auf der Unterseite des dritten Wafers 71 angeordnet, der die obere Fläche der Kammer 76 bildet, wobei der elektrische Widerstandskörper 79 über ein Paar von Elektroden 80a, 80b und Leitungen 81 mit einer nicht dargestellten Steuerung verbunden ist.

Ein Steuerdurchgang 64 ist in dem ersten Ventilkörper 76 ausgebildet und steht mit der Zylinderkammer 78 in Verbindung. Hierbei wird durch Zufuhr eines unter Druck stehenden Fluids (Steuerdruck) unter Steuerung der Durchflußmengensteuerung 68 durch den Steuerdurchgang 64 zu der Zylinderkammer 48 der Kolben 50 entgegen der elastischen Kraft des Federelements 54 angehoben. Dementsprechend wird der Fluiddurchgang 68 durch Abheben des ersten Diaphragmas 56 von dem Sitz 59 um einen festgelegten Abstand geöffnet, wodurch Beschichtungsflüssigkeit von dem ersten Anschluß 34 zu dem zweiten Anschluß 36 fließt.

Außerdem ist in dem ersten Ventilkörper 46 ein Durchgang 82 ausgebildet, der die erste Diaphragmakammer 58 mit der Atmosphäre verbindet, wodurch durch Ablassen von Luft durch den Durchgang 82 aus dem Inneren der Diaphragmakammer 58 das Diaphragma 56 sanft betätigt werden kann. Das Bezugszeichen 84 bezeichnet ein Dichtungselement zur Aufrechterhaltung der Luftdichtigkeit der Zylinderkammer 48, und das Bezugszeichen 86 bezeichnet ein Dämpfungselement, das an dem Kolben 50 anliegt und eine Dämpfungsfunktion erfüllt.

Ein Rücksaugventilmechanismus 28 ist an einem oberen Abschnitt der Kupplung 24 in der Nähe des zweiten Anschlusses 36 vorgesehen, wobei der Rücksaugventilmechanismus 28 einen zweiten Ventilkörper 29, der einstückig mit dem Kopplungskörper 40 verbunden ist, und einen entlang einer in dem zweiten Ventilkörper 92 ausgebildeten Kammer 94 in Richtung der Pfeile X_1 und X_2 verschiebbaren Stab 96 aufweist.

Ein Verschleißring 97 ist an einem äußeren Umfang des Stabes 56 über eine ringförmige Nut angebracht, wobei der Verschleißring 97 als Führung zur Gewährleistung einer linearen Verschiebung des Stabes 96 dient. Innerhalb der Kammer 94 ist ein Federelement 98 angeordnet, das den Stab 96 durch die elastische Kraft des Federelements 98 normalerweise nach oben (in Richtung des Pfeiles X_1) vorspannt, indem es an einem Flansch des Stabes 96 angreift.

Eine Vielzahl von Greifklauen ist an einem unteren Ende des Stabes 96 ausgebildet, wobei das zweite Diaphragma (Membran) 100 durch die Klauen gehalten wird. Das zweite Diaphragma 100 ist mit dem Stab 96 verbunden und verschiebt sich gemeinsam mit diesem, wobei eine zweite Diaphragmakammer 102 durch das zweite Diaphragma 100 gebildet wird.

Ein ringförmiges Dämpfungselement 104 zum Schutz des dünnwandigen Abschnitts des zweiten Diaphragmas 100 ist an einer oberen Fläche des zweiten Diaphragmas 100 angeordnet, wobei das Dämpfungselement 104 durch ein im Querschnitt L-förmiges Stützelement 106 abgestützt wird,

das mit einem unteren Ende des Stabes 96 verbunden ist. Ein Durchgang 108 zur Verbindung der zweiten Diaphragmakammer 102 mit der Atmosphäre ist in dem zweiten Ventilkörper 92 ausgebildet.

Wie in Fig. 4 dargestellt ist, ist in dem Kopplungskörper 40 gegenüberliegend dem Fluiddurchgang 38 ein Vorsprung 110 mit einer abgeschrägten Fläche, die der Form der Bodenfläche des zweiten Diaphragmas 100 folgt, ausgebildet. Das zweite Diaphragma 100 ist so angeordnet, daß es auf bzw. von dem Vorsprung 110 auf setzt bzw. getrennt wird. Hierbei wird Fluid in eine Lücke gesaugt, die durch Abheben des zweiten Diaphragmas 100 von dem Vorsprung 110 gebildet wird.

Außerdem sind eine Zufuhröffnung 116a für die Zufuhr eines nicht reaktiven (Inert-) Gases, beispielsweise Stickstoff, zu einem Raum 114 innerhalb der Kappe 112 und eine Ablaßöffnung für die Abfuhr des Inertgases aus dem Inneren des Raumes 114 in dem zweiten Ventilkörper 92 ausgebildet. Die Zufuhröffnung 116a und die Ablaßöffnung 116b sind mit dem Raum 114 durch Durchgänge 117a bzw. 117b verbunden. Hierbei dient das Inertgas als Kühlmedium für ein Linearstellglied, das später beschrieben wird.

Der Antrieb 30 umfaßt eine Kappe 112, die einstückig mit einem oberen Abschnitt des zweiten Ventilkörpers 92 verbunden ist. Ein Linearstellglied 118 für die Verschiebung des zweiten Diaphragmas 100 über einen Stab 96 in Richtung der Pfeile X_1 und X_2 und ein Encoder 120 zur Feststellung der Größe der Verschiebung des zweiten Diaphragmas 100 auf der Basis der Verschiebung des Linearstellglieds 118 sind in dem Raum 114 innerhalb der Kappe 112 angeordnet.

Das Linearstellglied 118 wird im wesentlichen durch einen vierphasigen Unipolar-Schrittmotor gebildet, der durch elektrische Signale eingeschaltet bzw. abgeschaltet wird, und umfaßt einen nicht dargestellten Stator und Rotor, die in einem Gehäuse angeordnet sind, und einen Verbinder, der mit einer Stromquelle verbunden ist, um dem Stator einen Magnetisierungsstrom zuzuführen. In diesem Fall verschiebt sich die Antriebsachse 126 durch Drehung des nicht dargestellten Rotors in einer festen Richtung in Richtung der Pfeile X_1 und X_2 .

Eine obere Seite der Antriebsachse 126, die mit dem Encoder 120 verbunden ist, weist eine im Querschnitt nicht kreisförmige Form, beispielsweise eine Ellipse (vgl. Fig. 3) auf. Andererseits ist eine Kugel 128 über eine Öffnung in ein unteres Ende der Antriebsachse 126 eingesetzt. Die Kugel 128 ist so ausgebildet, daß sie in Punktkontakt mit einer oberen Fläche des Stabes 196 tritt.

Hierbei sind, wie in Fig. 4 dargestellt ist, der Stab 96 und die Antriebsachse 126 des Linearstellglieds 118 nicht durch ein Kopplungselement oder dergleichen einstückig miteinander verbunden, sondern so ausgebildet, daß der Stab 96 und die Antriebsachse 126 über die Kugel 128 aneinander anliegen. Dementsprechend sind sie so angeordnet, daß in einem Fall, daß der Stab 96 und die Antriebsachse 126 des Linearstellglieds 118 aufgrund eines Verbindungsfehlers oder ähnlichem nicht coaxial zueinander angeordnet sind und selbst in einem Zustand, in dem die Antriebsachse 126 des Linearstellglieds 118 in einem leicht schrägen Winkel zu der Axiallinie des Stabes 96 anliegt, eine Toleranz eines solchen Fehlers ermöglicht und dieser ausgeglichen wird.

Ein Encoder 120 umfaßt, wie in Fig. 3 dargestellt, eine in seiner Mitte angeordnete Scheibe mit einer im Querschnitt im wesentlichen elliptisch geformten Öffnung 130, die einem oberen Ende der Antriebsachse 126 entspricht, und einer Vielzahl von Schlitzen 132, die in festen Abständen um ihren Umfang angeordnet sind.

Außerdem weist der Encoder 120, wie in den Fig. 3 und 4

dargestellt ist, ein Stützelement 138 mit einer an seiner inneren Umfangsfläche ausgebildeten ringförmigen Nut auf, in der sich die Scheibe 134 drehen kann. Das Stützelement 138 ist kreisförmig ausgebildet, wobei etwa ein Viertel hiervon weggeschnitten ist. Der Encoder 120 umfaßt ferner einen Fotounterbrecher 142 mit einem lichtaussendenden Element 139a und einem lichtempfangenden Element 139b, die an festgelegten Abständen angeordnet und so vorgesehen sind, daß sie einem Teil der Scheibe 134 innerhalb einer Aussparung 140 gegenüberliegen, die im Querschnitt U-förmig (J-Form) ausgebildet ist. Die Größe der Verschiebung des Linearstellgliedes 118 wird dadurch festgestellt, daß das lichtempfangende Element 139b von dem lichtaussendenden Element 139a Licht empfängt, das die Schlitz 132 der Scheibe 134 durchtritt.

In diesem Fall ist die Antriebsachse 126 auf der oberen Seite des Linearstellgliedes 118 so angeordnet, daß sie sich relativ zu der im Querschnitt elliptischen Öffnung 130 in der Scheibe 134 in Richtung des Pfeiles A (vgl. Fig. 3) verschiebt. Dementsprechend verschiebt sich die Antriebsachse 126 des Linearstellgliedes 118 durch die im Querschnitt elliptische Öffnung 130 relativ zu der Scheibe 134 nach oben und nach unten, wobei die Scheibe in ihrer Verschiebung nach oben und unten (Richtung des Pfeiles A) begrenzt ist.

Im einzelnen ist die Scheibe 134 in einer festen Richtung drehbar angeordnet, wobei die Antriebsachse 126 als Rotationszentrum dient. Außerdem wird ihre Verschiebung nach oben und unten durch die ringförmige Nut 136 in dem Stützelement 138 begrenzt. Als Folge hiervon wird durch feste Aufrechterhaltung der Höhe der Scheibe 134 ein Freiraum zwischen dem lichtaussendenden Element 139a und dem lichtempfangenden Element 139b, die in der Aussparung 140 des Fotounterbrechers 142 angeordnet sind, und der Scheibe 134 gewährleistet.

Ein Stopper 144, der an einem Ende der Antriebsachse 126 anliegt, und eine Mutter 146, die mit dem Stopper 144 an einer festen Position in Eingriff steht, sind an einer oberen Fläche der Kappe 112 angeordnet. Der Stopper 144 ist in eine Einschrauböffnung der Kappe 112 über ein in seine Umfangsfläche eingeschnittenes Gewinde eingeschraubt, wobei durch Vergrößern/Verringern seiner Einschraubtiefe an der Antriebsachse 126 angegriffen wird und diese an einer festen Position in Aufwärts/Abwärts-Richtung gestoppt wird.

Das Rücksaugventil 20 gemäß der vorliegenden Erfindung ist im wesentlichen wie oben beschrieben aufgebaut. Nachfolgend wird seine Funktion beschrieben.

Zunächst wird eine Beschichtungsflüssigkeitszufuhrquelle 148, die eine Beschichtungsflüssigkeit aufnimmt, mit dem Rohr 22a, das mit dem ersten Anschluß 34 des Rücksaugventiles 20 in Verbindung steht, verbunden, und die Beschichtungsflüssigkeitstropfvorrichtung 154, in der eine Düse 152 zum Auftropfen von Beschichtungsflüssigkeit auf den Halbleiterwafer 150 angeordnet ist, wird mit dem Rohr 22b verbunden, das mit dem zweiten Anschluß 36 in Verbindung steht. Außerdem wird durch Einstellen einer Einschraubtiefe des Stoppers 144 die Ursprungsposition der Antriebsachse 126 des Linearstellgliedes 118 eingestellt.

Außerdem wird ein Aktivierungssignal von einer nicht dargestellten Steuerung durch den Verbinder 124 an das Linearstellglied 118 abgegeben, und die Antriebsachse 126 des Linearstellgliedes wird, wie in Fig. 1 dargestellt, in ihre niedrigste Position eingestellt.

Nach Durchführung dieser Vorbereitungsmaßnahmen wird die Druckfluidzufuhrquelle 156 betätigt und gibt ein unter Druck stehendes Fluid an die Druckfluidzufuhröffnung 66 ab. Das unter Druck stehende Fluid (Steuerdruck), das der Druckfluidzufuhröffnung 66 zugeführt wird, wird

wiederum in die Durchflußmengensteuereinrichtung 68 eingeführt.

Dann gibt die nicht dargestellte Steuerung ein Aktivierungssignal an die Durchflußmengensteuereinrichtung 68. In der Durchflußmengensteuereinrichtung 68 fließt ein Strom durch die Elektroden 80a, 80b zu dem elektrischen Widerstandskörper 79, was ein Aufheizen des elektrischen Widerstandskörpers 79 bewirkt. Als Folge hiervon wird das in die Kammer 76 gefüllte Fluid 77 erwärmt und expandiert und die Membran 78 wird, wie durch die gestrichelten Linien in Fig. 2 dargestellt ist, durch den Druck nach unten gebogen, wodurch der Abstand zwischen der Membran 78 und der Düse 74 auf einen festgelegten Wert eingestellt wird. Dementsprechend wird die Durchflußmenge des unter Druck stehenden Fluids, das durch die Auslaßöffnung 75 von der Düsenöffnung 73 fließt, durch deren Begrenzung entsprechend dem Abstand zwischen der Membran 78 und der Düse 74 gesteuert.

Die Folge hiervon ist, daß durch Einstellen der Durchflußmenge des von der Auslaßöffnung 75 der Durchflußmengenkontrollvorrichtung 68 abgelassenen unter Druck stehenden Fluids der der Zylinderkammer 48 des ON/OFF-Ventilmechanismus 26 zugeführte Steuerdruck auf einen festgelegten Wert gesteuert wird.

Das unter Druck stehende Fluid (Steuerdruck), das der Zylinderkammer 48 zugeführt wird, verschiebt den Kolben 50 entgegen der elastischen Kraft des Federelements 54 in Richtung des Pfeiles X₁. Dementsprechend hebt das erste Diaphragma 56, das mit dem Kolben 50 verbunden ist, von dem Sitz 59 ab und der ON/OFF-Ventilmechanismus 26 nimmt einen ON-Zustand an. Zu dieser Zeit fließt Beschichtungsflüssigkeit, die von der Beschichtungsflüssigkeitszufuhrquelle 148 zugeführt wird, entlang des Fluiddurchgangs 38 und wird durch die Beschichtungsflüssigkeitstropfvorrichtung 152 auf den Halbleiterwafer 150 getropft. Als Folge hiervon wird auf dem Halbleiterwafer 150 eine Schicht von Beschichtungsflüssigkeit (nicht dargestellt) mit gewünschter Filmdicke ausgebildet.

Nachdem eine festgelegte Menge an Beschichtungsflüssigkeit über die Beschichtungsflüssigkeitstropfvorrichtung 152 auf den Halbleiterwafer 150 aufgebracht wurde, wird die Zufuhr von unter Druck stehendem Fluid zu dem ON/OFF-Ventilmechanismus gestoppt. Dementsprechend wird der Kolben 50 unter der Wirkung der elastischen Kraft des Federelements 54 in Richtung des Pfeiles X₂ verschoben, wodurch das erste Diaphragma 56 auf den Sitz 59 aufgesetzt wird und der ON/OFF-Ventilmechanismus 26 einen OFF-Zustand annimmt.

Die Zufuhr von Beschichtungsflüssigkeit zu dem Halbleiterwafer 150 wird durch Unterbrechen des Fluiddurchgangs 38 gestoppt, wenn der ON/OFF-Ventilmechanismus 26 einen OFF-Zustand annimmt. Außerdem wird dann der Tropfzustand der Beschichtungsflüssigkeit auf den Halbleiterwafer 150 von der Düse 152 der Beschichtungsflüssigkeitstropfvorrichtung 154 gestoppt. In diesem Fall besteht die Befürchtung, daß ein unerwünschtes Flüssigkeitstropfen auftreten kann, weil die Beschichtungsflüssigkeit, die derjenigen, die auf den Halbleiterwafer 150 getropft wurde, unmittelbar nachfolgt, innerhalb der Düse 152 der Beschichtungsflüssigkeitstropfvorrichtung 154 verbleibt.

An diesem Punkt gibt eine nicht dargestellte Steuerung über einen Verbinder 124 ein Aktivierungssignal an das Linearstellglied 118, wodurch die Antriebsachse 126 des Linearstellgliedes 118 nach oben in Richtung des Pfeiles X₁ verschoben wird. Dementsprechend werden das zweite Diaphragma 100 und der Stab 96 unter der Wirkung der elastischen Kraft des Federelements 98 gemeinsam angehoben und nehmen den in Fig. 4 dargestellten Zustand an.

D.h., daß durch Anheben des zweiten Diaphragmas 100 unter der Verschiebungswirkung der Antriebsachse 126 des Linearstellgliedes 118 ein Unterdruck erzeugt wird. Als Folge dieses Unterdruckes wird eine festgelegte Menge an Beschichtungsflüssigkeit in dem Fluiddurchgang 30 in Richtung des Pfeiles in Fig. 4 in die zwischen dem zweiten Diaphragma 100 und dem Vorsprung 110 ausgebildete Lücke gesaugt. Als Folge hiervon wird eine festgelegte Menge an Beschichtungsflüssigkeit, die in der Düse 152 der Beschichtungsflüssigkeitszufuhrvorrichtung 154 verbleibt, in Richtung des Rücksaugventiles 20 zurückgeführt, so daß ein unerwünschtes Flüssigkeitstropfen auf den Halbleiterwafer verhindert werden kann.

In diesem Fall wird die Größe der Verschiebung des zweiten Diaphragmas 100 durch den Encoder 120 über die Größe der Rotation des Linearstellgliedes 118 festgestellt, und auf der Basis eines von dem Encoder 120 ausgegebenen Feststellungssignals (Pulssignal) steuert die Steuerung das Linearstellglied 118, so daß das zweite Diaphragma 100 an einer festgelegten Position gestoppt wird.

Im einzelnen zählt die nicht dargestellte Steuerung die von dem Encoder 120 ausgegebenen Pulssignale und gibt bei Erreichen einer festgelegten Anzahl von Pulsen, die zuvor festgelegt wurde, ein Deaktivierungssignal an das Linearstellglied 118, wodurch der Antriebszustand des Linearstellgliedes 118 gestoppt wird. Dementsprechend kann die angesaugte Menge an Beschichtungsflüssigkeit einfach und sehr genau gesteuert werden, da das zweite Diaphragma 100 an einer Position gestoppt werden kann, die einer angesaugten Menge an Beschichtungsflüssigkeit entspricht.

Wenn der ON/OFF-Ventilmechanismus 26 erneut einen ON-Zustand annimmt und das erste Diaphragma 56 von dem Sitz 59 getrennt wird und gleichzeitig das zweite Diaphragma 100 unter der Antriebswirkung des Linearstellgliedes 118 auf den Vorsprung 110 aufgesetzt wird, wird der in Fig. 1 dargestellte Zustand erreicht und ein Tropfen von Beschichtungsflüssigkeit auf den Halbleiterwafer 150 wird erneut initiiert.

Bei der vorliegenden Ausführungsform kann die Durchflußmenge an Beschichtungsflüssigkeit, die von dem zweiten Diaphragma 100 angesaugt wird, durch das Linearstellglied 118 elektrisch gesteuert werden. Dementsprechend kann die Durchflußmenge an Beschichtungsflüssigkeit, die von dem zweiten Diaphragma angesaugt wird, einfach und mit hoher Genauigkeit gesteuert werden.

Hierbei wird die Qualität des Fluids (beispielsweise der Beschichtungsflüssigkeit), das in dem Durchflußdurchgang 38 fließt, durch die von dem Linearstellglied 118 erzeugte Wärmemenge nicht verschlechtert oder geändert und das Fluid kann auf einer festen Qualität gehalten werden, da das Linearstellglied 118 durch ein Inertgas, das in den Raum 114 eingefüllt ist, in geeigneter Weise gekühlt werden kann.

Außerdem kann bei der vorliegenden Ausführungsform im Gegensatz zum Stand der Technik, bei dem mechanische Mittel verwendet werden, um die Durchflußmenge eines unter Druck stehenden Fluids zu steuern, mittels der verwendeten elektrisch gesteuerten Durchflußmengensteuereinrichtung 68 ein dem ON/OFF-Ventilmechanismus 26 zugeführter Steuerdruck sehr genau gesteuert werden und die Reaktionsgenauigkeit des ON/OFF-Ventilmechanismus kann weiter verbessert werden.

Im einzelnen wird durch Steuerung des dem ON/OFF-Ventilmechanismus 26 zugeführten Steuerdruckes durch die Durchflußmengensteuereinrichtung 98 die Antriebsgeschwindigkeit des ON/OFF-Ventilmechanismus im Vergleich zum Stand der Technik verbessert und gleichzeitig sein Betriebsbereich erweitert. Außerdem kann durch Anheben der Geschwindigkeit, mit der der ON/OFF-Ventilme-

chanismus 26 zwischen ON- und OFF-Zuständen geschaltet wird, die Durchflußmenge an Beschichtungsflüssigkeit, die auf den Halbleiterwafer 150 getropft wird, genau eingestellt werden. Außerdem kann die Membran 78 Biegungen bei hoher Frequenz widerstehen, so daß ein Kriechen reduziert und die Reproduzierbarkeit verbessert wird.

Ferner ist bei der vorliegenden Ausführungsform das Anbringen von Rohrverbindungen zwischen dem Rücksaugventil 20 und einem Durchflußmengensteuerventil oder zwischen dem Rücksaugventil 20 und einem separaten ON/OFF-Ventilmechanismus im Gegensatz zum Stand der Technik nicht notwendig, weil das Kupplungselement 24, der ON/OFF-Ventilmechanismus 26, der Rücksaugmechanismus 28 und der Antrieb 30 einstückig zusammengesetzt sind. Da es nicht notwendig ist, einen besonderen Platz für das separate Anbringen eines Durchflußmengensteuerventiles oder eines ON/OFF-Ventiles vorzusehen, wird eine effektive Nutzung des Installationsraumes ermöglicht.

Außerdem kann der Gesamtaufbau der Vorrichtung sehr viel kleiner gestaltet werden, da im Gegensatz zum Stand der Technik, bei dem die Ansauglemente getrennt aufgebaut sind und miteinander verbunden werden, der ON/OFF-Ventilmechanismus 26, der Antrieb 30 usw. einstückig mit dem Rücksaugmechanismus 28 vorgesehen sind.

Schließlich besteht bei der vorliegenden Ausführungsform keine Notwendigkeit für Rohrleitungen zwischen dem Rücksaugventil 20 und einem Durchflußmengensteuerventil und eine Erhöhung des Durchflußdurchgangswiderstandes kann vermieden werden.

Patentansprüche

1. Rücksaugventil mit einem Kupplungselement (24), das einen Fluiddurchgang (38) mit einem ersten Anschluß (34) an einem Ende und einem zweiten Anschluß (36) an dem anderen Ende aufweist, einem Rücksaugmechanismus (28) zum Ansaugen eines in dem Fluiddurchgang (38) fließenden Fluids unter dem Unterdruck, der durch Verschieben eines flexiblen Elements (100) erzeugt wird, einem ON/OFF-Ventilmechanismus (26) zum Öffnen und Schließen des Fluiddurchgangs (38) unter der Wirkung eines Steuerdruckes, einem Antrieb (30) mit einem elektrischen Linearstellglied (118) zum Verschieben des flexiblen Elements (100), einer Durchflußmengensteuerung (68) zur Steuerung des auf den ON/OFF-Ventilmechanismus (26) aufgetragenen Steuerdruckes und einem Kühlmedium zum Kühlen des elektrischen Linearstellglieds (118).
2. Rücksaugventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlmedium durch ein nicht reagierendes (Inert-) Gas gebildet wird, das durch einen in einem Ventilkörper (92) des Rücksaugmechanismus ausgebildeten Zufuhranschluß (116a) in einen Raum (114) eingeführt wird, der in dem elektrischen Linearstellglied vorgesehen ist.
3. Rücksaugventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchflußmengensteuerung einen Behälter (69, 70, 71), in dem ein unter Wärmeeinwirkung expandierbares und kompressibles Fluid (77) eingeschlossen ist und der teilweise durch eine Membran (78) gebildet wird, eine Düse (74), die der Membran (78) des Behälters (69, 70, 71) gegenüberliegt, und eine Heizvorrichtung (78) zur Steuerung des Aufheizens des Fluids in dem Behälter (69, 70, 71) auf-

weist.

4. Rücksaugventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Rücksaugmechanismus (28) verschieblich in dem Ventilkörper (92) angeordnet ist und einen Stab (96), der an einer Antriebsachse (126) des elektrischen Linearstellgliedes (118) anliegt, ein Diaphragma (100), das dem Fluiddurchgang (38) gegenüberliegt und gemeinsam mit dem Stab (96) verschiebbar ist, und ein Federelement (78) aufweist, das den Stab (96) zu dem elektrischen Linearstellglied (118) hin vorspannt.

5. Rücksaugventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das elektrische Linearstellglied (118) einen Schrittmotor aufweist, wobei die Antriebsachse (126) des Schrittmotors und der Stab (96) über eine Kugel (128) in Punktkontakt miteinander stehen.

6. Rücksaugventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplung (24), der Rücksaugmechanismus (28), der ON/OFF-Ventilmechanismus (26) und der Antrieb (30) einstückig zusammengefasst sind.

7. Rücksaugventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das flexible Element ein Diaphragma (100) aufweist, wobei das Diaphragma (100) so angeordnet ist, daß es auf bzw. von einem Vorsprung (110) mit einer der Form einer Bodenfläche des Diaphragmas (100) folgenden abgeschrägten Oberfläche aufsetzt bzw. abgehoben wird, und daß das Fluid unter einem Unterdruck in eine durch Abheben des Diaphragmas (100) von dem Vorsprung (110) geformte Lücke gesaugt wird.

8. Rücksaugventil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch einen Encoder (120), der in dem Antrieb (30) angeordnet ist, um die Größe einer Verschiebung des elektrischen Linearstellgliedes (118) entsprechend dem Empfang von Licht von einem lichtempfangenden Element (139a) feststellt, wobei das Licht durch ein Lichtaussendendes Element (139b) erzeugt wird und eine kreisförmige Scheibe (134) durch einen Schlitz (132) durchtritt, wobei ein Ende der Antriebsachse (126) des elektrischen Linearstellgliedes (118) einen nicht kreisförmigen Querschnitt aufweist, wobei das Ende der Antriebsachse (126) in Axialrichtung der Antriebsachse (126) relativ zu einer Öffnung (130), die in der Mitte der Scheibe (134) entsprechend der Querschnittsform der Antriebsachse (126) ausgebildet ist, gleitend angeordnet ist.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

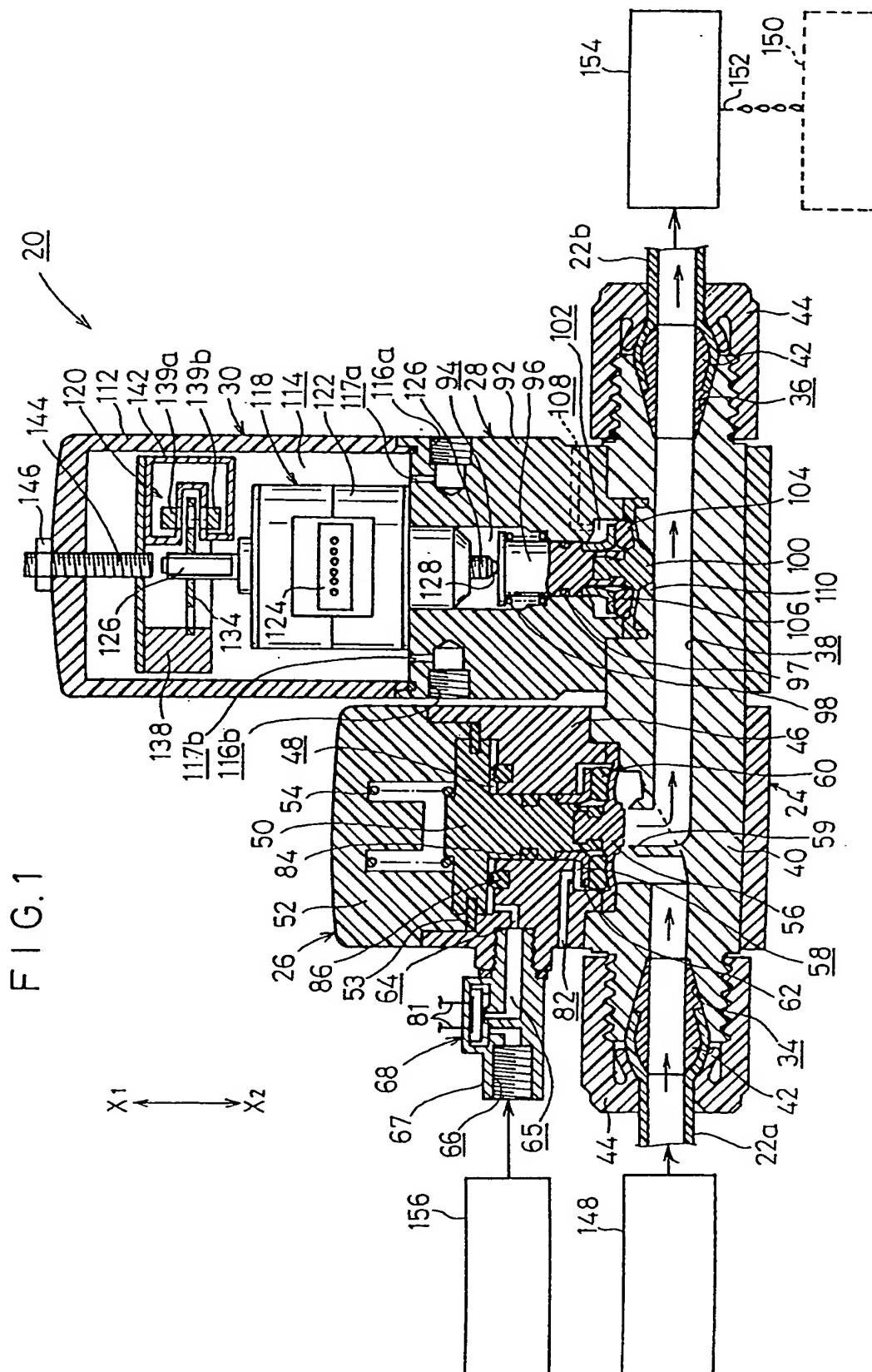


FIG. 2

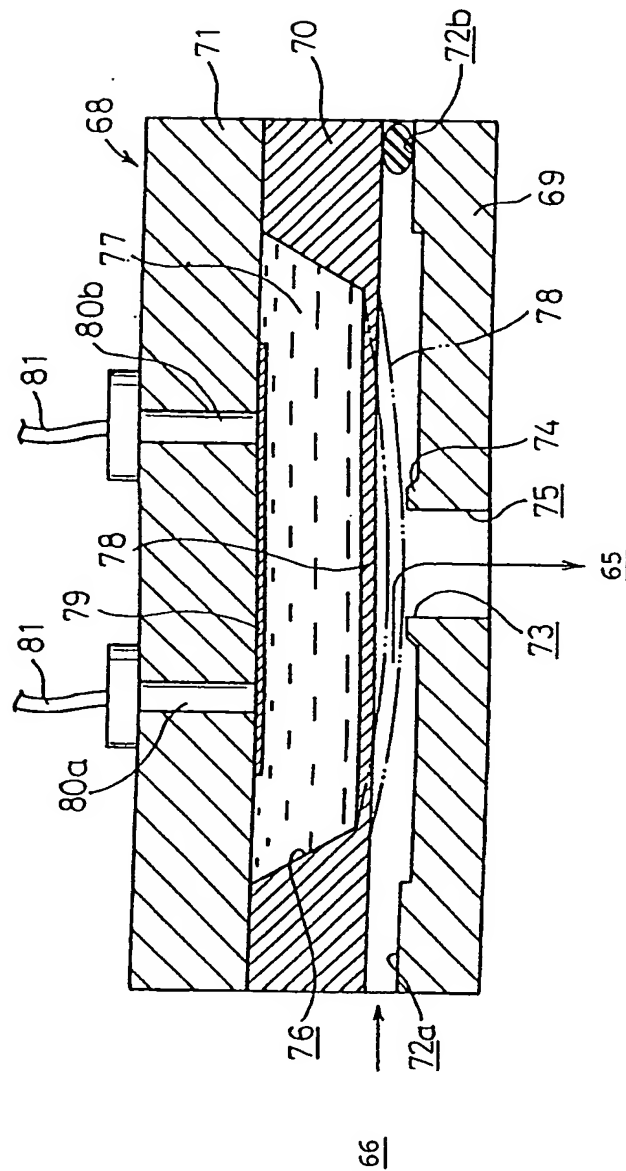


FIG.3

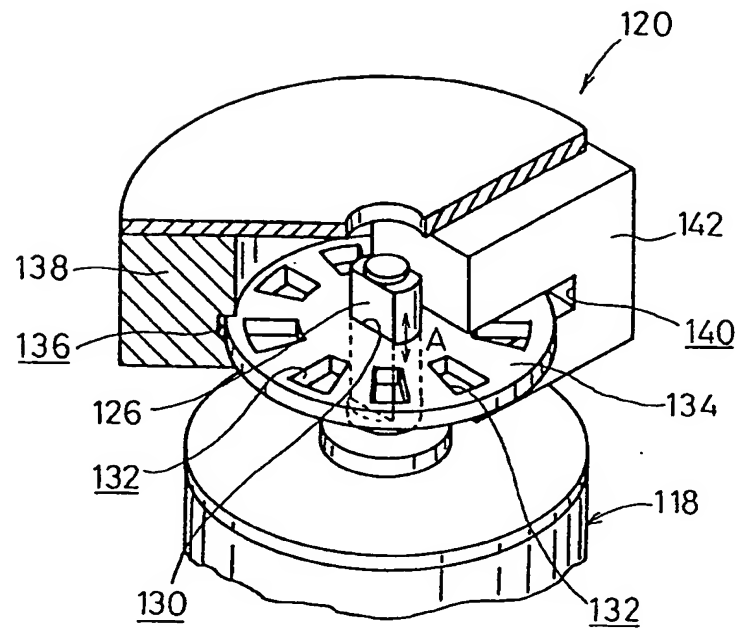


FIG. 4

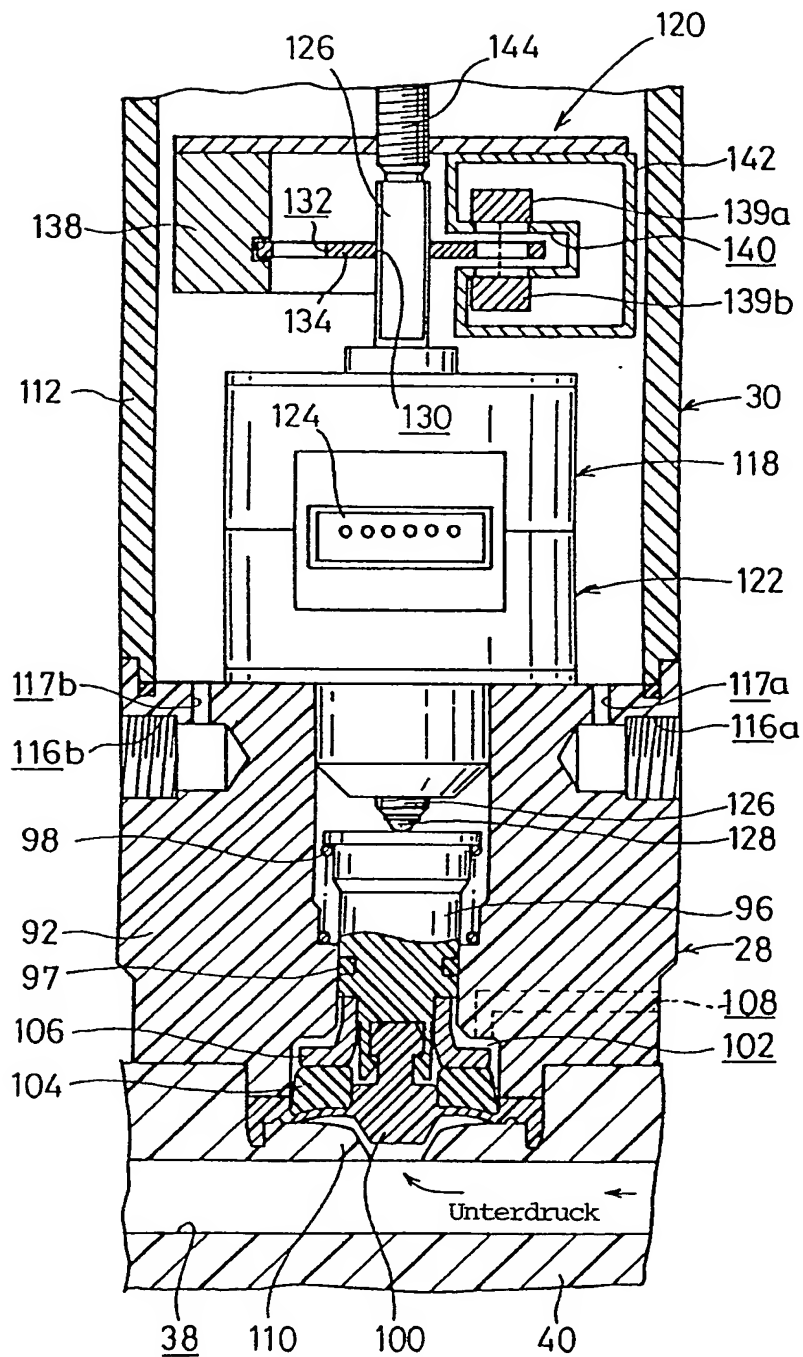


FIG. 5

